

Las instalaciones y la arquitectura

Tectónica nº21, julio 2006, pp. 4-27.



Portada y algunas de las páginas interiores del artículo.

“En la mayoría de los casos, un hombre con una máquina es mejor que un hombre sin una máquina”.
Henry Ford¹.

Introducción

¿A qué nos referimos cuando hablamos de instalaciones en la arquitectura? Las instalaciones abarcan desde los indispensables suministros de agua y electricidad, al conjunto de mecanismos, sensores y elementos tecnológicos que permiten al hombre disfrutar de un bienestar que es imposible de tener solo con los elementos físicos (estructura, cerramientos) de la arquitectura tradicionalmente entendida.

Sin instalaciones, la mayor parte de los edificios contemporáneos no cumplen la utilitas vitrubiana del siglo XXI. Un hospital o un edificio de oficinas, sin instalaciones, no deja de ser una estructura optimizada para sostenerlo y una construcción que lo protege de las inclemencias del tiempo, pero que no está cumpliendo las funciones para las que se ha construido. Aunque en algunos edificios el presupuesto dedicado a instalaciones puede superar el 50% del total, no existe una definición clara que permita explicar con precisión el concepto de instalaciones en edificación.

Existen miles de publicaciones que explican con detalle cómo realizar una instalación de fontanería, saneamiento, aire acondicionado o electricidad; si se necesita calcular, diseñar o elegir el material adecuado para una instalación se puede recurrir a las mismas. Lo que aquí se va a relatar es la relación entre arquitectura e instalaciones -a nivel de diseño, orden y accesibilidad-

NOTAS

⁰ Debo dejar constancia de la ayuda en la preparación de este artículo de Leticia Jiménez, adscrita a la Sección de Instalaciones de la ETSAUN.

¹ BRUUN, E. y BUZZY, K. *Maquinaria pesada*, Black Dog & Leventhal Publishers INC, New York, 1997, p. 6.

fundamentalmente a lo largo del siglo XX, en la actualidad y planteando algunas de las posibilidades que aguardan en el futuro próximo, haciendo especial hincapié en las posibilidades de las instalaciones como elementos generadores de proyectos.

Aunque los parámetros de bienestar han ido evolucionando a lo largo de la historia, en la integración entre instalaciones y arquitectura existen unos valores intelectuales, no temporales, asociados al modo en que se concibe un edificio. Esta afirmación tiene pleno sentido si se piensa que los requerimientos de una cocina estadounidense en los años cuarenta del siglo XX son similares en cuanto a servidumbres a los de una vivienda española a principios del siglo XXI, o que conceptos como la sensación de bienestar en el interior de un edificio en función de la temperatura, la humedad y la calidad del aire son los mismos dentro de cada zona climática.

Se realizará una clasificación lo más general posible de las distintas instalaciones, con las dificultades que esto conlleva. Por ejemplo, el sistema de control de accesos de un edificio puede coordinar que a partir de ciertas horas los ascensores no tengan paradas en determinadas plantas, o se puede unir al sistema de iluminación de modo que al parar la cabina en una planta, se encienda la iluminación del vestíbulo. Este comentario ¿en qué apartado debería incluirse? ¿control, seguridad, domótica, comunicación vertical, iluminación? Se trata de una muestra de la interactividad que se da entre diferentes instalaciones.

Este diseño interdisciplinar de las instalaciones con otros elementos de la arquitectura queda patente en edificios como el edificio Lloyd's de R. Rogers, donde la iluminación, el movimiento del aire, el paso de las instalaciones, la estructura de los forjados y la sección constructiva de la fachada están diseñados conjuntamente.

Sobre la variabilidad de los datos necesarios para realizar una instalación, son reveladoras algunas de las páginas de los 'Apuntes de Salubridad e Higiene' que Sáenz de Oíza preparó para sus alumnos en los años cincuenta y en las que, por ejemplo, recogió referencias diversas sobre las necesidades de ventilación en un local en función de su uso y ocupación, pero eran tales las diferencias entre distintos autores que finalmente optó por incluir todos los datos. Esta situación sigue dándose hoy en día: las nuevas tecnologías y normativas hacen que los datos necesarios para realizar una instalación cambien mucho más rápidamente que los que afectan a las estructuras o a los cerramientos de un edificio.

No obstante, no hay que interpretar este cambio como un inconveniente de las instalaciones, sino como una oportunidad para realizar nuevos planteamientos. En este sentido son elocuentes las palabras de Norman Foster sobre la evolución de las instalaciones de comunicación:

Para demostrar este fantástico progreso, podemos comprobar que un satélite de telecomunicaciones hecho de solo un cuarto de tonelada de material supera hoy en día la capacidad y calidad de transmisión de noticias de ultramar de 175.000 toneladas de cable de cobre. Esto significa un aumento de setecientas mil veces el coste invertido por libra en comunicaciones².

Las instalaciones se revisan en este artículo desde la pequeña escala de objetos como lámparas o ventiladores hasta las implicaciones de la energía en el urbanismo. Son muchos los arquitectos que han diseñado algunos elementos vistos de las instalaciones para integrarlos en los edificios, pero tal vez todavía no todos son conscientes de las posibilidades que ofrece para crear una nueva estructura urbana, la elección de un modelo descentralizado o centralizado de producción de energía, o como son tan importantes la accesibilidad y el mantenimiento de las instalaciones en un edificio como en las instalaciones de servicio a la ciudad.

Se ha optado por un guión que permita al lector abarcar de manera unificada las consideraciones sobre cada tipo de instalación. Pero otro posible guión hubiera sido agrupar los tipos de instalaciones en función del edificio al que dan servicio: no son iguales los requerimientos para una vivienda, un hospital, un auditorio o una oficina, y dentro de las tipologías no es lo mismo que la oficina esté situada en un clima mediterráneo, continental o tropical.

La tecnología para crear nuevas soluciones arquitectónicas está disponible en el mercado, solo queda aplicarla. Elementos como los vidrios con resistencias eléctricas para calefactar o los captadores solares, no son elementos asociados al desarrollo tecnológico de finales del siglo XX, se están desarrollando desde hace décadas. De hecho, entre otros autores, Sáenz de Oíza los dio a conocer en España en un artículo escrito para la *Revista Nacional de Arquitectura* en 1952 titulado 'El

² FOSTER, N. *Sol Power*, GG, Barcelona, 2002, p.8.

vidrio y la arquitectura', que supone el arranque intelectual de la integración de las instalaciones en edificios en España.

Sin embargo, a pesar de su fascinación por estos sistemas, Oíza era consciente de que la principal diferencia entre la arquitectura y las instalaciones es el tiempo: son sistemas con diferente vida útil. En primer lugar porque la forma arquitectónica está encorsetada por las corrientes estilísticas del momento en que se construye, y en segundo lugar porque las instalaciones sufren una evolución más rápida que la de la arquitectura, al no ser la edificación civil su único cliente. Los sistemas eléctricos o de acondicionamiento higrotérmico avanzan al paso que les marca el exigente ritmo industrial, bajo la necesidad de producir más rápido y más barato, con mayor eficiencia energética. Los ingenieros deben esforzarse por la constante optimización de las máquinas y las tecnologías, y después, a veces con años de demora, esos avances se aplican en la edificación.

Por tanto, es necesario conocer las prestaciones que ofrecen las instalaciones, pero también sus necesidades. No basta con saber que un local puede ventilarse con un conducto que llega hasta la cubierta y reservar el espacio de la dimensión del conducto. El conducto requiere una soportaría que también ocupa espacio; si el conducto está unido a un ventilador, puede transmitir ruido, por lo que se debe evitar la transmisión de las vibraciones a la estructura y a los cerramientos mediante elementos amortiguadores. Pero si además el conducto atraviesa diferentes sectores de incendios hay que prever o bien el espacio para el aislamiento resistente al fuego, o bien el espacio para la colocación de una compuerta cortafuegos, que por otra parte, al ser un elemento mecánico, necesita mantenimiento y por tanto accesibilidad.

Lo que se quiere plantear con estas líneas es que el buen diseño de las instalaciones, de los espacios que requieren las salas de máquinas y los caminos -a veces autopistas- de las distintas redes, necesita considerarse desde el comienzo del proyecto con la misma importancia que la estructura o el modo de construir el edificio.

Estos comentarios pueden conducir a diversas preguntas ¿se implantarán los sistemas de depuración de aguas grises? ¿las redes inalámbricas urbanas sustituirán a las instalaciones actuales de datos en el interior de los edificios? ¿qué ocurrirá cuando el almacenamiento de hidrógeno se aplique como vector de energía a las viviendas? ¿cuál es el futuro de la aplicación de la termoelectricidad en la edificación? ¿en qué modo influirá la construcción de centrales de biomasa para generar y distribuir calor a varios edificios? La necesidad de ahorro energético en los edificios y en el urbanismo ¿modificará la arquitectura tal y como se entiende actualmente? Tal vez no cambie nada o, tal vez, el sumatorio de pequeños cambios genere nuevas tipologías edificatorias, e incluso afecte a la forma de diseñar la ciudad y de enfrentarse a las distintas escalas arquitectónicas en su relación con el paisaje.

¿O preferís mantener la idea un tanto limitada -y un tanto fascista, a decir verdad- de lo natural como algo totalmente bueno y de lo artificial como absolutamente malo?³

Protección contra incendios

Una de las razones del enorme éxito que tuvo esta casa radica en las exigencias explícitas del cliente, Frederick C. Robie. Deseaba éste una casa protegida contra incendios sin espacios cerrados en forma de "bloques" y sin los elementos "decorativos" habituales, como cortinas o alfombras compradas, etcétera. Como ingeniero, quería además una casa que funcionara como una buena máquina⁴.

Como ilustra esta cita, impedir los incendios en los edificios es una preocupación obsesiva del hombre, ya que el fuego que calienta es el fuego que puede quitarlo todo.

La normativa de protección contra incendios no se refiere únicamente a las instalaciones que se deben colocar para detectar y sofocar un incendio, sino también a la resistencia al fuego de los materiales empleados, a la disposición de escaleras y salidas de emergencia, recorridos de evacuación,... Son normativas de mínimos que siempre pueden mejorarse.

Las medidas de protección frente a un incendio se dividen en:

- Pasivas. Son medidas encaminadas a facilitar la evacuación del edificio (la normativa penaliza los fondos de saco) y a asegurar la contención del mismo dentro de un recinto hasta la llegada de los servicios de extinción (exigencias de resistencia al fuego estructurales y de los elementos constructivos). Estas medidas también repercuten en otras instalaciones, por ejemplo, se puede

³ LASZLO, P. *¿Se puede beber el agua del grifo?*, Ediciones Akal, Madrid, 2005, p. 59.

⁴ BROOKS, B. *Wright*, Taschen, Köln, 2004, p.31.

aislar un conducto de aire frente al fuego cuando atraviesa distintos sectores de incendios con aislamientos y compuertas cortafuegos, pero la primera medida es plantear un diseño de los conductos tal, que éstos se mantengan siempre en el mismo sector de incendios.

- Activas. Comprenden las instalaciones de detección (detectores, pulsadores manuales, retenedores de puertas, centrales de control) y los diversos sistemas de alarma, señalización y extinción (extintores, hidrantes, equipos de bombeo, BIEs, rociadores, extinción por agentes gaseosos o extinción específica de cocinas).

De estas medidas, a continuación se comentan una serie de puntos con mayor carga arquitectónica, que incluso pueden llegar a condicionar la forma final del edificio.

- La sectorización y la estabilidad al fuego conforman los volúmenes y el esqueleto estructural de los edificios. Tomar en este punto las decisiones adecuadas en cuanto a los materiales utilizados y la distribución de los diferentes sectores de incendios puede simplificar otras soluciones de protección contra incendios. Por ejemplo, aunque la normativa permita el aumento de la superficie de un sector con la colocación de rociadores, resulta más sencilla la colocación de puertas correderas resistentes al fuego con retenedores⁵ en los puntos estratégicos para evitar una excesiva complejidad de las instalaciones.
- Sectorización en función de la tipología edificatoria. No son los mismos los requerimientos de evacuación de un edificio de oficinas, de un sala de espectáculos o de un hospital. En este último, puede priorizarse la evacuación horizontal a otros sectores de incendios, y no la evacuación vertical, para trasladar con rapidez y seguridad a los enfermos convalecientes, en cuyo caso además hay que establecer recintos de evacuación intermedios que cuenten con instalaciones específicas (oxígeno, vacío, tomas eléctricas,...) para atender a los enfermos de urgencia hasta que acudan los servicios de extinción.
- El saneamiento es una instalación que también ha de considerarse al sectorizar un edificio, ya que las tuberías sin carga del saneamiento constituyen pasos al fuego (cuyo riesgo se minimiza con la colocación de anillos RF), circunstancia habitual por ejemplo en la sectorización entre un aparcamiento y las viviendas superiores, o entre locales húmedos en edificios con sectores superpuestos verticalmente.
- Escaleras y recorridos de evacuación. En edificios con una cierta envergadura, resulta crucial diseñar el edificio considerando estos elementos desde el primer momento. Plantear la evacuación de un edificio con una escalera especialmente protegida con ventilación directa al exterior, o con ventilación por sobrepresión, puede generar dos edificios que, con el mismo programa, sean formalmente diferentes, con el factor añadido de que en el último caso se necesita el mantenimiento constante de una instalación que asegura la seguridad de las personas y en el primero no, velando igualmente por su seguridad. A modo de muestra de la relación entre distintas instalaciones, puede comentarse como en un edificio público, mejorar la evacuación en caso de incendio con la colocación de más puertas exteriores disminuye la seguridad del edificio, que se compensa con la implantación de medidas anti-intrusión adicionales (contactos de puertas, cámaras,...).
- Alumbrado de emergencia y señalización. Para que estos elementos (fundamentales en caso de evacuación) cumplan su función han de verse; hay que integrarlos en el diseño, pero nunca esconderlos.
- Ventilación de aparcamientos. Tiene dos objetivos: garantizar que no se produzcan acumulaciones de monóxido de carbono peligrosas en el funcionamiento habitual del aparcamiento y, en caso de incendio, evacuar los humos.
- Espacios de gran volumen. En estos casos la normativa admite soluciones especiales si se cumple una determinada configuración volumétrica en la relación entre las superficies delimitadoras, paredes y techos, y la superficie construida. Esta opción puede completarse con la colocación de exutorios en la parte superior del espacio que se abren en caso de incendio, aunque no es una opción siempre recomendable, ya que en función de la carga de fuego interior, los servicios de extinción pueden considerar más adecuado que sean ellos quienes dan la señal

⁵ Las puertas de sectorización de incendios (pivotantes o correderas) han de estar homologadas como una solución completa (puerta + solución constructiva) de acuerdo a los ensayos realizados por laboratorios aprobados por los organismos competentes.

de mando y actuación manualmente (no a través del sistema de control) y controlar de este modo si entra más o menos aire en la zona del incendio.

- Soluciones singulares. Respetando la normativa en vigor existen multitud de posibilidades adaptadas a la casuística arquitectónica: depósitos de agua de incendios exteriores que se usan como piscinas, disposiciones constructivas y urbanísticas para dificultar la propagación del fuego, escaleras exteriores por fachada para facilitar la evacuación (recuérdese las escaleras metálicas en las fachadas de edificios norteamericanos),...
- En edificios de pública concurrencia es necesario completar los sistemas tradicionales, con otros adicionales para las personas con algún grado de minusvalía como las para las personas ciegas (señales acústicas secuenciadas, paredes con señalización en relieve) o sordas (pilotos de balizado secuenciados, bucles magnéticos).

El primer objetivo para evitar que un incendio afecte a las personas o a las propiedades es que no se produzca, y en este sentido quienes también están tomando decisiones sobre la idoneidad o no de ciertas soluciones, además de los organismos competentes con la normativa correspondiente, son las empresas aseguradoras, proponiendo soluciones que no figuren específicamente en ninguna normativa, pero sin las cuales aumentarán considerablemente las primas, aconsejando soluciones nacidas de sus experiencias en edificios similares, de manera complementaria a lo que marca la normativa específica.

Fontanería y saneamiento

El agua del grifo, tan simple en apariencia, tan común y evidente, es en realidad el producto final de todo un proceso bastante complejo de purificación y esterilización en varias etapas, que [...] está sometido a numerosos y frecuentes controles administrativos. Como la mayoría de las respuestas sociales actuales a nuestras necesidades básicas (alimentación, vestimenta, transporte, etcétera), el agua de manantial ha pasado a ser una fórmula, un producto industrial y comercial, aun cuando mantengamos la ilusión de que trata de algo simple⁶.

Las instalaciones de fontanería y saneamiento son distintas pero están unidas por un concepto evidente: lo que entra al edificio tiene que salir y han de establecerse los caminos para ello.

Desde hace siglos existen sistemas de saneamiento eficaces para evacuar las aguas utilizadas y las de lluvia. Todos los días se abre el grifo y se utiliza el inodoro con naturalidad. Son instalaciones aparentemente sencillas, apenas necesitan alguna máquina auxiliar, y sin embargo son instalaciones que tras siglos de utilización, siguen asociadas a un gran número de patologías en los edificios, y de las que se puede tener la sensación de que apenas tienen camino para evolucionar. Nada más lejos de la realidad. Piénsese en lo que supone dentro de los grandes ideales de la Arquitectura –con mayúscula- cambiar un grifo de posición para que se pueda hacer uso de la ansiada planta libre: albañil para romper, fontanero para colocar la tubería en su nueva posición, albañil y pintor para los acabados (sin mencionar los cambios que supone desplazar también el saneamiento). Las soluciones asociadas a estas instalaciones están tan pendientes de desarrollar que de cinco de las ideas planteadas para la Casa Barcelona en Construmat 2001, tres tenían como base de desarrollo las instalaciones de fontanería y saneamiento para tratar de aportar nuevas soluciones a la edificación (el pavimento registrable, la cocina modular y los sanitarios - mueble).

La optimización de las prestaciones de las instalaciones de fontanería y saneamiento, junto con la implantación de la prefabricación en la construcción, generaron soluciones de aseos prefabricados que, en la mayor parte de los casos, no se implantaron en el mercado pues carecieron de los requerimientos necesarios para su replicación en otros edificios. Aunque posteriormente, gracias al espíritu de estas experiencias pioneras, se han desarrollado sistemas comercializados para el montaje de la red de fontanería y saneamiento, asociados habitualmente a tabiquerías montadas en seco.

La recogida de las aguas pluviales también forma parte del proceso constructivo desde el inicio, en proyectos tan ejemplarizantes como el Crystal Palace de Paxton, el Pabellón de España en la Exposición de Bruselas de Corrales y Molezún, el aeropuerto de Stansted de Foster,... En otras ocasiones, como ocurre en las cubiertas de gran superficie, las soluciones de diseño del saneamiento pluvial estarían determinadas por la necesidad de dar una pendiente mínima al saneamiento, pero se puede recurrir a sistemas sin pendiente basados en el principio del vacío inducido por gravedad

⁶ LASZLO, P. *¿Se puede beber el agua del grifo?*, Ediciones Akal, Madrid, 2005.

(permiten trabajar con diámetros reducidos en comparación con los sistemas tradicionales y reducen el número final de bajantes), sistemas que ¿cuánto tardarán en implantarse en otros tipos edificatorios?

Por otro lado ¿se podría mejorar el actual sistema de saneamiento fecal? Tal vez, lo que falta es la concienciación de huir de procedimientos de evacuación que no tienen en cuenta el agua como recurso preciado (con el uso de una importante cantidad de agua en relación a la materia en suspensión), para pasar a realizar otras soluciones que abarquen desde el realismo de la mejora de los actuales sistemas de separación de las aguas grises, a retomar otras como las planteadas por Buckminster Fuller:

Los Ojos de Mosca de 26 y 50 pies son semiautónomos, esto es, que no tienen conexiones de alcantarillado, agua o suministro eléctrico. La higiene personal, las funciones de lavado de ropa y utensilios funcionan mediante pistola de alta presión, aire comprimido y agua atomizada, que sólo requieren medio litro de agua por hora. Los excrementos humanos se depositan en un 'toilet' con envoltura seca. La persona se sienta en dos mitades limpias y cubiertas con una película plástica. El excremento cae en un tubo plástico abierto por arriba que forma los bordes convergentes de las dos hojas plásticas, que luego se electrosellan, y que originalmente cubrían los dos lados del asiento. La sección tubular herméticamente sellada que contiene el excremento se separa mecánicamente y es transportada como basura para ser pulcramente empaquetada en cartón corrugado claramente marcado para ser recogido y enviado a la planta de producción de metano y de fertilizantes en polvo, o para ser transformado en gas metano o fertilizantes mediante un equipo accesorio del propio domo⁷.

Este planteamiento de saneamiento fecal sin agua no es una solución aislada o ilusoria, ya en la urbanización Törten en Dessau (1921-1928) de Walter Gropius, se plantean en las viviendas inodoros secos que transformaban las heces fecales en abono para los jardines.

Las 'sencillas' instalaciones de fontanería y saneamiento condicionan el diseño de los edificios por una cuestión tan sencilla como la economía de medios y la lógica constructiva que supone el apilamiento vertical de los locales húmedos. Un ejemplo al respecto: en el proyecto de los apartamentos Landfair del año 1937, Neutra "dispuso los cuartos de baño del piso superior encima de la cocina, para ahorrar conducciones y tuberías"⁸.

Un planteamiento similar realizó Oíza en las viviendas del poblado dirigido de Entrevías en 1956, donde dispuso los aseos de las viviendas para que compartieran una única bajante. Aunque el concepto constructivo es evidente, la realidad en ese momento en España era otra: las bajantes se realizaban con tuberías de fibrocemento, pero los entronques de las salidas de las tuberías de los aseos a la bajante principal se tenían que realizar con piezas especiales de plomo pues no existían piezas de enlace para este tipo de encuentros, por lo que era más barato poner las bajantes en paralelo (una para cada vivienda, aunque ocuparan más espacio y se necesitasen más metros de tubería) que ejecutar la solución que planteaba Oíza.

No sería apropiado finalizar este apartado sin recordar la importancia que, en ciertas tipologías, habitualmente asociadas al ocio (piscinas, saunas, centros deportivos,...), adquiere el agua como protagonista del uso para el que ha sido concebido el edificio.

Mirando al futuro, hay que tratar cuestiones diversas como las siguientes, ya que la evolución de estas instalaciones vendrá de los sencillos elementos de uso cotidiano en la vivienda:

- Se ha planteado la posibilidad de utilizar electrodomésticos bitérmicos, esto es, con una doble toma de agua para la conexión (como lavadoras y lavavajillas) en todos los edificios en los que sea de aplicación la energía solar para producir agua caliente sanitaria, de manera que estos electrodomésticos aprovechen el agua caliente del sistema de producción solar, y se reduzca hasta un 85% su consumo eléctrico.
- Se han perfeccionado en los últimos años distintos sistemas en los que se recupera el agua de la ducha o el lavabo y, tras filtrarla, se utiliza para llenar la cisterna del inodoro, lo que permite ahorrar hasta un 40% en el consumo de agua (aunque tienen la servidumbre de que los aparatos tienen que estar contiguos).
- Urinarios sin fluxor ni detector de presencia (colocados en Alemania y Francia fundamentalmente en el mercado doméstico) que funcionan con una pila o conectados a la red, por el cambio en el pH del sifón al tener orina.

⁷ FULLER, B. *El Camino Crítico*, COAATM, Murcia, 2003, pp. 144-145.

⁸ LAMPRECHT, Barbara, *Neutra*, Taschen, Köln, 2004, p.41.

Lamentablemente, la revolución en estas instalaciones no se producirá hasta que, en un futuro no lejano, el agua sea un elemento máspreciado (y más caro) que en la actualidad, momento en el que no se valorará que un edificio ahorre, sino que gaste poco. Pero hasta ese momento, según la normativa ¿quién es el responsable de la colocación en una promoción de 100 viviendas de lavadoras de clase A que puedan ahorrar más de 560.000 litros de agua al año?⁹

Nuestra protagonista terminó su baño haciendo desaparecer el agua por los mismos poros de salida. La masa de agua utilizada se almacenaba en el tejido esponjoso de las paredes donde se depuraba por procedimientos biológicos. La misma masa era utilizada como sistema de equilibrio estructural o de seguridad frente a incendio¹⁰.

Electricidad y redes de datos

Puede afirmarse con toda seguridad que la electricidad se ha convertido en la sangre de la sociedad contemporánea: “Un análisis arquitectónico del baño romano clásico sería incompleto si ignorase las cañerías, el agua y los lejanos acueductos que posibilitaban su función. Hoy en día, la infraestructura predominante no es el agua, sino la electricidad en toda su extraordinaria dimensión. Ésta se ha convertido en el nuevo orden arquitectónico del entorno construido [...]. Estar sin energía eléctrica durante un tiempo nos recuerda hasta qué punto nos hemos convertido en dependientes de la electricidad y qué difícil resulta imaginar cómo podríamos vivir sin ella”¹¹.

Se habla simultáneamente en este apartado de líneas de electricidad y de redes de datos a pesar de que son instalaciones distintas. Esto es así porque es lógico planificarlas de manera unificada ya que sus orígenes (armarios de voz y datos, cuadros eléctricos), sus caminos (bandejas, tubos) y los elementos finales de la red, como los ordenadores o los aparatos de televisión, son similares o incluso coinciden físicamente en el mismo elemento. Sin embargo estas semejanzas en el tendido de las líneas no ha de confundirse con que han de estar siempre juntas. De hecho, en ocasiones los requisitos de servicios sensibles a las interferencias electromagnéticas, como las líneas de iluminación escénica en un auditorio o las líneas de alimentación de unos quirófanos, propician que las redes discurren en paralelo pero separadas por una distancia mínima que minimice las afecciones.

Hoy en día el sistema de ejecución de estas instalaciones no siempre satisface al usuario, si la ubicación de las tomas e interruptores no es la que le conviene, cambiar una de posición supone llamar a diferentes gremios o tener que dedicar horas de bricolaje para llegar a un resultado no siempre satisfactorio. Piénsese en las diferencias existentes entre el uso y mantenimiento de las instalaciones eléctricas de una cocina, tal vez la parte de la vivienda con mayor carga tecnológica, y de un automóvil.

Una solución parcial del problema pasaría por dejar vistas estas instalaciones, pero sin una interpretación en términos de diseño, sino desde el sentido común y la economía de medios que proponen arquitectos como Lacaton y Vassal, con el ahorro de costes (también durante la vida útil de los edificios) como base en muchos de sus proyectos.

En el caso de las cubiertas de los edificios, además de las chimeneas, los pararrayos,... sufren la presencia de cientos, miles, de antenas de diferentes tipos que ocupan sin ningún tipo orden ni concierto las cubiertas de los edificios, antenas que se ven desde las calles, con lo que se convierten en un elemento no siempre deseado del paisaje urbano.

También hay que reflexionar sobre la implantación técnica y estética de las células fotovoltaicas con la puesta en marcha del Código Técnico de la Edificación, con referencias tan distintas como la fachada de la biblioteca Pompeu Fabra de M. Brullet, su incorporación como parte de la impermeabilización (*Intemper*) o la cubierta fotovoltaica de Lapeña y Torres en la explanada del Forum 2004.

⁹ Una lavadora eficiente utiliza menos de 75 litros por ciclo (ciclo normal a 60°C, con 5 kg de ropa); la lavadora Lynx WFR2460EE tiene un consumo de agua de 39 litros. Se consideran tres lavados semanales. A este ahorro de agua hay que añadir los correspondientes de electricidad y detergente. Fuente: *Guía práctica de tecnologías ahorradoras de agua para viviendas y servicios públicos*. Fundación Ecología y Desarrollo. Ed. Bakeaz, Bilbao, 2002.

¹⁰ PÉREZ ARROYO, S. *Vivienda y tecnología*, Arquitectos 176, CSCAE, 2006, p.56.

¹¹ CARROLL, B. T. *Arquitectura y Energía*, 2G nº18, pp. 129-134.

Por otra parte, el sencillo objetivo del usuario del futuro será la libertad de vivir y trabajar sin ataduras, esto es, sin cables, y donde realmente se ha impuesto el uso de los dispositivos inalámbricos es en las redes de datos: wireless, bluetooth,... herramientas y métodos que no impresionan ya a nadie, que hablan claramente de la simplificación hacia el usuario a la que tienden las instalaciones, gracias a la complejidad de los estándares de comunicación y de los aparatos terminales. El periodo tecnológico actual, invita a pensar que son las redes de datos las que más sorpresas depararán, con prestaciones que mejorarán de manera exponencial en un futuro próximo. Dos recientes ejemplos al respecto:

- Desde que en 1946 se tendió el primer cable telefónico entre Europa y Estados Unidos, hasta ahora, se han creado numerosas formas de comunicación. Algunas empresas eléctricas ofrecen servicio de acceso a internet a través de la red eléctrica mediante la tecnología PLC (*Power Line Communications*). De esta forma, a través de cualquier toma de corriente, pueden ofrecer servicio de Internet y de telefonía. Otra muestra de la interacción entre instalaciones consideradas distintas.
- En 1936, con la tecnología desarrollada por John Logie Baird, la BBC empieza la primera transmisión de TV. En el 2006 la Televisión Digital Terrestre ha comenzado una andadura que se promete espectacular gracias a la mayor calidad de la imagen y a los servicios interactivos que ofrecerá.

Este uso y dependencia social, de los aparatos y mecanismos que ofrece la tecnología, y de los que no se prescinde en la medida en que contribuyen al ocio de la sociedad occidental, puede llevar a que, en no mucho tiempo, los usuarios reclamen la instalación de sistemas de alimentación ininterrumpida en las viviendas, con la misma vehemencia con la que en los últimos años se ha impuesto la 'necesidad' de tener un sistema de refrigeración en cada vivienda.

No puede finalizar este apartado dedicado a la electricidad sin una referencia a la iluminación, tanto a la interior como a la exterior, ya sea meramente funcional o con ánimo ornamental. Es este uno de los temas más atractivos, importantes y con mayor carga escénica de la arquitectura actual. Justamente por su importancia y por las posibilidades que ofrece, se dedicará un próximo número a un estudio más detallado de la misma.

El reconocimiento de esta arquitectura de la electricidad, común en nuestras vidas cotidianas, contiene el potencial para un nuevo diseño, democrático y sostenible, de la civilización eléctrica¹².

Acondicionamiento higrotérmico

Este apartado se llama acondicionamiento higrotérmico porque el término climatización no define con exactitud el fin último de estas instalaciones. No es lo mismo climatizar que aire acondicionado, calefacción, refrigeración o ventilación, como tampoco hay que identificar acondicionamiento con la colocación de las instalaciones. Las medidas pasivas se deben complementar con otras activas, con lo que al disminuir las puntas de consumo las instalaciones pueden ser menores, y por tanto ocupar menos espacio.

Se hace referencia a la temperatura y a la humedad, porque en ocasiones se puede pensar que para alcanzar una sensación de bienestar basta con actuar sobre la temperatura, pero no es así.

Un radiador, adecuadamente dimensionado, puede ser suficiente para alcanzar una temperatura media adecuada, pero bastaría que estuviera mal colocado en relación a los huecos de la fachada o donde se encuentren habitualmente los usuarios para provocar que no se esté cómodo. El siguiente paso es aumentar esa cesión de calor 'puntual' del radiador a través de superficies radiantes mayores, que pueden colocarse en el suelo, la pared o en techos, y que pueden actuar cediendo o absorbiendo calor. Técnicas que abarcan desde los suelos radiantes de las 'glorias' tradicionales de la arquitectura popular al empleo de esta técnica en numerosos edificios de Mies, Wright o Neutra.

Hasta aquí se ha actuado del modo más sencillo sobre la temperatura, pero también hay que actuar sobre la humedad. Puede hacerse a través de humidificadores más o menos complejos, pero también puede con el simple recurso de poner un recipiente con agua cerca del radiador -como se hace en algunas viviendas- para favorecer su evaporización, y alcanzar una humedad de entre el 40-60% donde en función de distintos parámetros, se sitúa el bienestar del ser humano.

¹² CARROLL, B. T. Op. cit, p. 143.

Como se ve, no es necesaria una tecnología grandilocuente para satisfacer las necesidades mínimas de bienestar. Así, poner toldos en las fachadas soleadas de un edificio proporciona las condiciones idóneas para evitar la colocación de una costosa instalación de refrigeración, o el uso del agua, ya sea en un patio o en un espacio urbano, permite actuar simultáneamente sobre la humedad y la temperatura.

Pero también es necesario actuar sobre un tercer parámetro: la calidad del aire de la zona ocupada (aspecto de especial relevancia en la arquitectura hospitalaria). El aire no puede estar viciado, por lo que hay que hablar de la renovación del aire interior por aire 'nuevo', esto es, ventilación. De acuerdo con la normativa, la definición de zona ocupada, se refiere al área diseñada para la ocupación humana y queda delimitada por planos verticales y horizontales de las zonas donde residen los ocupantes y donde deben satisfacerse los requisitos del ambiente interior. La eficacia de la ventilación depende de la distribución y calidad del aire aportado, así como del tipo y localización de contaminación del aire en el espacio.

En continuación con estos planteamientos, cuando al iniciar un proyecto un técnico se pregunta "¿cuánto espacio se necesita para poner aire acondicionado?", tal vez debería plantearse si la primera pregunta no debería ser "¿realmente se necesita aire acondicionado?". La mejor instalación de acondicionamiento, es la que no existe. Por ejemplo, en los climas tropicales (con problemas de altas temperaturas y de alta humedad), una solución eficaz con la que se alcanza un bienestar moderado, pasa por la generación de numerosas corrientes cruzadas en el edificio. La primera opción pasa por climatizar con el clima, aprovechar las características meteorológicas locales (como el viento), y solo después, si es necesario ajustar aún más las condiciones de temperatura y humedad, se implementa con la colocación de sistemas activos de instalaciones.

Mientras en los edificios climatizados por medios automáticos, son los sensores los que activan los aparatos que intervienen en el control del clima interior, en estos 'sencillos' edificios son las personas las que controlan manualmente los sistemas de ventilación. Se trata de arquitecturas que demandan la participación de los usuarios. Precisamente, Behling señala como dar opciones a los usuarios de los edificios ("podrá conectar el aire acondicionado o abrir la ventana en lugar de conectar el aire acondicionado") contribuye a que sean más felices, tal y como aseguran distintos artículos científicos.

Incluso estos parámetros de diseño pueden ser el origen de proyectos tan interesantes como el Commerzbank de Foster en Frankfurt, fruto de un sencillo concepto inicial desarrollado junto con el ingeniero Klaus Daniels: no tener ninguna oficina sin luz natural y sin ventilación natural. Para ello se generaron jardines interiores que facilitan la ventilación cruzada a pesar de que se trata de un edificio en altura. Se comprobó que los usuarios del edificio utilizaban la ventilación de las ventanas durante el 90% del año, y solamente los días más cálidos del verano es cuando los usuarios conectan el aire acondicionado.

Mientras en Alemania, por ejemplo, los empleados tienen derecho a tener una ventana desde la que ver el exterior y existe el deseo de contar con ventilación natural, en Estados Unidos se prefiere tener luz constante durante toda la jornada, se puede entrar en una oficina y que no haya ninguna ventana, y sí luz fluorescente y aire acondicionado, con locales con una temperatura de 21 °C, ya sea primavera, verano, otoño o invierno. En este sentido, los estudios científicos han demostrado que este criterio no es sano porque el organismo no está cómodo en situaciones de humedad y temperatura constantes. Además, el modelo estadounidense siempre tendrá unos costes de funcionamiento altos y unos costes de inversión bajos. En cambio, en Europa, los costes de funcionamiento son relativamente bajos, pero en comparación, tiene unos costes de inversión elevados. El modelo americano seguirá dando un alto consumo energético, con grandes emisiones de CO₂, y el modelo europeo no.

Hoy en día las instalaciones de acondicionamiento higrotérmico son de las más demandas dentro de la búsqueda del bienestar que ansía la sociedad actual. Son significativos en este sentido los paralelismos históricos existentes en las instalaciones de acondicionamiento de la industria del automóvil y las viviendas: aunque a principios del siglo XX había coches que contaban con aire acondicionado, no fue hasta hace unos años pocos cuando se ofrecía de serie el aire acondicionado incluso en los vehículos más pequeños; del mismo modo, a principios de siglo se podía instalar un sistema de acondicionamiento en cualquier edificio, no ha sido hasta la actualidad cuando los usuarios se plantean colocar 'aire acondicionado' (corrijamos, 'refrigeración') en sus viviendas como un elemento más de bienestar.

Desde el punto de vista de su evolución, el acondicionamiento higrotérmico abarca un interesantísimo conjunto de sistemas, máquinas y equipos, una historia en la que se pueden contar por centenares los hitos que han ido conformando esta técnica (¿quién iba a imaginar en 1930 la importancia del refrigerante Freón?).

La historia de estas instalaciones está en ocasiones asociada al despilfarro energético, como en la Casa de las Palmeras de Kew Gardens en Londres, proyectada en 1844, con un sistema de calefacción compuesto por doce calderas que alimentaban una red de tuberías subterráneas con agua caliente, que podían garantizar una temperatura interior de 27°C en invierno, una máquina climática con un alto consumo energético¹³.

En 1851, apareció la primera máquina comercial en el mundo usada para refrigeración y aire acondicionado, y en 1906 en la atracción 'Travesía de Suiza' de *Dreamland* el sistema de refrigeración formaba parte del espectáculo.

En 1929 la climatización del Rockefeller Music Hall, incluido el Radio City Music Hall, hacía posible acomodar a seis millones de personas al año, en unos espacios donde llegaban a entrar y salir cada día treinta mil personas.

En 1930 Le Corbusier planteó su 'respiración exacta' en el Centrosoyus en Moscú, con unos cerramientos que debían asegurar una temperatura interior de +18°C cuando en el exterior hubiera -40°C, pero tuvo que esperar a la construcción de la *Cité de Refuge* para aplicar, por vez primera, el sistema de la respiración exacta en edificios herméticos.

Durante la segunda mitad del siglo veinte los avances tecnológicos se multiplicaron con la integración de los sistemas de acondicionamiento en la edificación, y de estos balbuceantes inicios se ha pasado a espacios acondicionados como el Astrodome de Houston (con una potencia eléctrica que excede los 18.000 kVAs) o a disponer a día de hoy de sistemas de generación de frío por absorción aseguibles, ligados a captadores solares, incluso para su uso en viviendas unifamiliares.

ELEMENTOS

No es posible hacer una clasificación de cada uno de los sistemas de acondicionamiento que puede imaginar un proyectista, ya que habitualmente estas instalaciones son un traje a medida para cada edificio, en los que se puede hacer uso de diferentes sistemas simultáneamente. Las clasificaciones varían en función de la fuente que se elija, en este caso se opta por la planteada en la DTIE 9.01¹⁴, en la que se separa el lazo primario del secundario, siendo el lazo primario la producción y distribución de refrigeración y de calefacción, y el lazo secundario el aprovechamiento del fluido calorífero para calentar o refrigerar el aire.

Lazo primario, productores de calor y frío:

- Calderas.
- Refrigeración por ciclo de compresión.
- Refrigeración por ciclo de absorción.
- Bombas de calor (incluidas las tierra/agua y tierra/aire).
- Captadores solares.
- Recuperación de calor. Existen distintos sistemas, aunque uno de los más conocidos es el de enfriamiento gratuito por aire (comúnmente conocido como *free-cooling*), que consiste en sustituir por aire del exterior, simplemente filtrado, el aire de retorno que se impulsa a un local refrigerado, pudiendo emplearse este sistema siempre y cuando la entalpía del aire exterior no supere a la del aire de impulsión precisado.
- Cogeneración. Se llama así a la aplicación en la que se aprovecha el calor residual de la generación de electricidad. Si el calor producido se utiliza, al menos en parte, para producir frío, la instalación se denomina de trigeneración. En todo caso hay que recordar que no se debe confundir la rentabilidad económica de estos sistemas con la eficiencia energética.

Aunque la descripción de los sistemas resulta más completa mencionando el lazo primario y, si es preciso el medio de transporte, es el lazo secundario el más empleado para clasificarlos, incluso es

¹³ Cf. BEHLING, S. *Sol Power*, GG, Barcelona, 2002, p.139.

¹⁴ Documentos Técnicos de Instalaciones en Edificación DTIE 9.01 - *Sistemas de climatización*. ATECYR, 2001.

habitual en las publicaciones técnicas, clasificar atendiendo solo al lazo secundario, con las siguientes opciones:

- Sistemas agua-aire: fancoils, inductores.
- Sistemas todo agua: fancoils sin ventilación, calefacción y refrigeración por paneles radiantes.
- Sistemas de distribución que utilizan como fluido caloportador los gases frigorígenos.
- Sistemas todo aire: baterías en serie y en paralelo, caudal variable de aire, autónomos con caudal variable, caudal variable con recalentamiento, caudal variable con recirculación.

Son los sistemas todo aire, los que por su volumen y particularidades requieren un comentario más detallado. Aunque es una instalación cada vez más solicitada, no siempre se es consciente de que si se quiere climatizar solo con aire, son sistemas que ocupan más espacio que la climatización con agua, un mayor volumen que se materializa en el empleo de distintos componentes específicos:

- UTAs (unidades de tratamiento de aire, conocidas habitualmente como climatizadores). Son las máquinas que mueven y tratan el aire para conseguir adecuar sus características a las necesidades específicas de un espacio.
- Conductos. Responsables de conducir el aire tratado desde las UTAs a los locales climatizados. Suponen importantes servidumbres de volumen (tanto para impulsar como para retornar el aire), y en ocasiones tienen peso propio en la composición formal (edificio Lloyd's, Centro Pompidou) así como en el diseño constructivo y estructural de los edificios (Centro Sainsbury de Foster, Galería de Yale de Kahn, y en general en el diseño de los falsos techos o falsos suelos).
- Difusión. Una vez que el aire tratado llega al local, ha de efectuar un adecuado barrido del local sin molestar a los usuarios y sin que queden zonas sin tratar; por ello, es tan importante la ubicación de los difusores como de las rejillas de retorno que aseguren el adecuado movimiento del aire. Las posibilidades son múltiples en función del caudal a impulsar (para que la vena de aire no sea molesta y se adecue al diseño de cálculo del difusor), la altura a la que se sitúen (en el suelo, en el techo o la pared), la distancia de barrido (desde toberas de largo alcance a difusores rotacionales de peldaño), la ubicación de las personas o el uso del local (no es igual la difusión requerida en un quirófano, en una oficina o en un aeropuerto).

Dado que las demandas de calefacción o refrigeración de un local no son constantes ni a lo largo del día ni del año, siempre que se realice una instalación de acondicionamiento higrotérmico debe plantearse paralelamente un sistema de regulación y control de la temperatura y de la humedad, que adapte el funcionamiento de los sistemas de acondicionamiento a las necesidades solicitadas. Por ello los sistemas de control necesita sensores para conocer las condiciones del local al que sirven (las sondas), que darán una respuesta más adecuada si se sitúan cerca del punto que se quiere controlar, del lugar donde está la persona, y por lo tanto, se ven. En la medida en que se alejen de esa situación óptima disminuirá la calidad de la respuesta del sistema.

Una vez llegados a este punto, hay que recordar que los sistemas de acondicionamiento son los principales consumidores de energía en los edificios, pero de poco sirve colocar la instalación más eficiente del mercado, si los cerramientos, la orientación o el diseño pasivo del edificio son inadecuados.

Eficiencia energética

Hay muchas personas que hablan de edificios eficientes energéticamente. Pero se puede conseguir poco ahorro con los edificios ya que existe una entidad superior: la ciudad en la que vivimos. Por tanto hay que hablar de una ciudad sostenible, no de una arquitectura sostenible. Se debe trabajar sobre el contexto urbano y no solamente sobre los edificios¹⁵.

Por eficiencia energética se puede entender el conjunto de acciones encaminadas a que los usuarios de una instalación disfruten de sus prestaciones, pero con el mínimo gasto de energía (que en la medida de lo posible vendrá de fuentes de energía renovables). No se está hablando por tanto de formas o de tipo de instalaciones, sino de actitudes ante un proyecto, como en el proyecto de la sede del BB, donde Oíza y sus ingenieros idearon un edificio eléctrico, un edificio pila "con metabolismo

¹⁵ BEHLING, S. *CIBARQ04*.

basal bajo, que necesite una cantidad mínima de calorías (o frigorías) para la conservación del confort indispensable, como un organismo vivo económico”¹⁶.

Sin embargo, la preocupación por la relación de consumo energético entre edificio y ciudad es relativamente reciente. Un ejemplo al respecto: las islas térmicas en las ciudades. Un gran número de edificios han ido incorporando sistemas de bomba de calor para refrigerar en verano. Una bomba de calor desplaza el calor del interior del local al exterior, pero debe hacerlo a una temperatura superior a la de la calle, por lo que la suma de miles de bombas de calor genera un aumento mínimo de la temperatura. Por la noche la disipación de calor del interior de los edificios es un poco menor pues se ha alcanzado durante el día una temperatura un poco mayor. Al día siguiente la cesión de calor de miles de aparatos se hará a una temperatura un poco mayor,... un círculo vicioso de aumento de temperatura que conocen perfectamente los habitantes de las grandes ciudades. De hecho, este ha sido uno de los grandes problemas de los últimos veranos en España, con la saturación de las líneas eléctricas por el consumo masivo de estas máquinas, que ha generado en algunas zonas graves cortes en el suministro eléctrico.

Hay que comprender que es importante al diseñar un edificio definir estas cuestiones, pues si bien una acción incorrecta puede tener poca importancia, no así el sumatorio de miles de acciones incorrectas. Tanto es así que el consumo energético de los edificios en Estados Unidos representa el 50% del país, en la Unión Europea el 35% y en América Latina el 27%.

El análisis de la relación entre energía, edificios y actuaciones urbanas puede realizarse a través de ejemplos tan dispares como la ventilación natural de las galerías Vittorio Emanuele II de Milán en 1867, los proyectos de calefacción urbana en Estados Unidos años más tarde o la creación de centrales por vapor geotérmico en Italia a principios del siglo XX, hasta llegar a los estudios sobre distintos prototipos de ‘casas solares’ que se desarrollaron en el MIT a partir de 1939, la casa para Herbert Jacobs (*Solar hemicycle*) de Wright en 1944, o la Casa Autónoma que proyectaron Foster Associates, R. Buckminster Fuller y su mujer en 1982, una estructura ligera y extremadamente eficiente:

La cúpula inferior y la exterior deberían flotar sobre una superficie hidráulica deslizante, sellada y con poca fricción. Como revestimiento exterior se preveía una estructura cupular utilizada en aeródromos, capaz de moverse independientemente alrededor de una cúpula interior similar para abastecer diferentes viviendas. Ambas cúpulas iban revestidas de paneles de vidrio y de aluminio a partes iguales, de forma que de noche la casa podía oscurecerse completamente y seguir durante el día, como un ojo y su párpado, la trayectoria del sol, con una cámara intermedia para facilitar la circulación del aire¹⁷.

Una posible materialización de este proyecto, la constituiría el edificio del *Great London Authority* de Foster Associates, una muestra de diseño eficiente energéticamente. Este edificio es el lugar donde vive y trabaja el alcalde en Londres, por lo que se quería construir un edificio simbólico, por eso no se tuvo la idea de diseñar algo integrado en el entorno, sino con un gran simbolismo. Se simuló el impacto térmico y solar en los vidrios, se analizó la generación de una forma ‘autosombreadante’, de modo que se tomó como volumen de partida una esfera, la forma más compacta en términos de pérdida térmica, y se giró, rompió y se rotó de tal manera que en la zona sur las sombras las generan los pisos superiores, en la fachada norte había un cristal totalmente transparente, siendo la zona superior donde obviamente se produce el mayor impacto solar.

También Renzo Piano optó por una interesantísima solución en términos energéticos para el Centro Cultural Jean- Marie Tjibaou en Nueva Caledonia, donde se analizó el comportamiento del viento (orientaciones, velocidades), que junto con una libre interpretación de la arquitectura local, derivó en un proyecto arquitectónico de bajo consumo y bajo mantenimiento.

Estos planteamientos sobre la energía representan una actitud intelectual, no una nueva idea promulgada desde los preceptos ‘bioclimáticos’. Así, la innovación continua, una de las particularidades de las instalaciones aplicadas a los edificios, es más relevante aún -en términos energéticos- aplicada a la ciudad. La decisión de instalar una producción de calor independiente por vivienda, por edificio o por conjuntos de edificios (*district heating*), con calderas de biomasa, con las (aparentemente) futurísticas pruebas que se están realizando con células de hidrógeno o con la incineración de basuras (como los sistemas realizados en París, Viena y Lisboa), incluso la posibilidad de refrigerar varios edificios con una producción centralizada (*district cooling*) afecta de manera directa al paisaje urbano.

¹⁶ VELLÉS, J. *Banco de Bilbao Sáenz de Oíza*, Departamento de Proyectos - ETSAM, Madrid, 2000, p.16.

¹⁷ BEHLING, S. Op. cit, p.226.

Este pensamiento de una escala distinta del uso de la energía permite ser optimistas con el desarrollo energético de la ciudad, y más si se une a las posibilidades de que los edificios produzcan más energía de la que consumen (por ejemplo integrando la energía eólica, lo cual no es ya ninguna utopía). De este modo, si se reduce o se anula la necesidad del transporte de energía con producciones descentralizadas, el espacio de los edificios que usa el hombre tal vez serían similares, pero cambiaría radicalmente la arquitectura a nivel urbano.

Otras instalaciones

Cada invento tecnológico está preñado de una imagen doble: incluido en su éxito está el espectro de su posible fracaso¹⁸.

Hasta aquí se han comentado las instalaciones convencionales, entendiendo por convencional aquella instalación que de un modo u otro está presente en la mayoría de las tipologías edificatorias.

Pero hay más instalaciones necesarias para que ciertos edificios funcionen, ya que o bien complementan las prestaciones de otras instalaciones o bien proporcionan un servicio específico a los edificios. Un ejemplo: Si en un trazado extenso de tuberías se quiere conocer el punto exacto en que se ha producido una fuga de líquido, el mercado ofrece cables detectores de fugas que informan sobre el punto exacto en que se ha producido. Este sistema se clasificaría en ¿fontanería? ¿climatización? ¿o tal vez podría estar dentro del campo del control o de la domótica?

A continuación se hace un rápido recorrido por algunas de ellas.

Comunicaciones verticales

La invención de Elisha Graves Otis del ascensor para pasajeros, se produjo en 1853 en la Exposición Mundial de Nueva York cuando, subido en una plataforma a una altura de cuatro pisos, mandó cortar la cuerda que lo sujetaba y ésta no chocó contra el suelo, sino que la plataforma quedó detenida gracias al mecanismo de seguridad inventado por él mismo. "Todos seguros, caballeros" anunció mientras saludaba con el sombrero a los espectadores.

Esta máquina revolucionó la historia de la arquitectura al permitir la conquista vertical del espacio, conquista que más tarde se completó con una mayor comodidad con la invención de las escaleras móviles cuando Otis instaló la primera escalera mecánica para uso público en la Exposición de París de 1900. Incluso para ciertas distancias y número de desplazamientos, el empleo de escaleras mecánicas puede ser más eficiente que de ascensores (téngase en mente los fluidos de personas moviéndose en unos grandes almacenes).

Como con otras instalaciones, han sido muchos los hitos que han contribuido al desarrollo de esta tecnología, como las *tables volantes*, la instalación del primer ascensor en un barco en 1906 o los sistemas de ascensores con dos cabinas en un hueco comercializados desde 2003 (aunque durante la década de los años treinta se registraron patentes con esta idea). Incluso en este tipo de instalaciones los grandes maestros han creado sus particulares utopías, como los ascensores planteados por Wright en el proyecto *Mile High* en 1956:

Los ascensores de cinco cabinas impulsados con energía atómica son como 'trenes' verticales que circulan sobre trinquetes, como un tren de cremallera. Dado que el edificio se levanta desde la base en cinco terrazas, los ascensores se corresponden con los niveles de cada terraza. Aunque el edificio se va estrechando con la altura, el hueco del ascensor no, y se puede ver como suben desde fuera del edificio, así como los pasillos que conectan los niveles de las diferentes plantas¹⁹.

Son instalaciones que pueden incorporar otros puntos de vista distintos a los cánones arquitectónicos occidentales, como por ejemplo la tradición oriental del Feng Shui, en la que se considera que las escaleras y ascensores son la 'corriente sanguínea' de un negocio, por lo que cuanto mejor es el servicio, más se beneficia el negocio.

Seguridad

Aunque comparten criterios de tendidos con la red de electricidad o de datos, son instalaciones que generan conflictos concretos con algunos elementos constructivos, como sucede con los contactos empotrados o las cerraduras eléctricas en puertas.

¹⁸ KOOLHAS, R. *Delirio de Nueva York*, GG, 2004.

¹⁹ BROOKS, B, Wright, Taschen, 2004, p.82.

En ocasiones, es conveniente que los elementos terminales de esta instalación (cámaras, detectores, alarmas) queden vistos, pues de este modo cumplen una importante labor disuasora.

Megafonía

No hay que considerarla únicamente como un elemento para transmitir mensajes o música. La arquitectura puede atender a diversos aspectos, no solo a los habituales de textura y vista, también al oído, lo que se da fundamentalmente en construcciones de carácter efímero, pudiendo llegar a soluciones tan ingeniosas como los altavoces ocultos de Álvaro Siza.

Movimiento de objetos

A principios del siglo XX el arquitecto norteamericano Irving Gill opinaba que para que una casa fuese higiénica, tenía que tener un pequeño incinerador de basuras y un sistema incorporado de aspiración del polvo.

Bajo el paraguas de la atípica definición de este apartado se recogen instalaciones que desplazan distintos objetos de un lugar a otro, instalaciones como la aspiración centralizada en viviendas, la recogida neumática de basuras en las ciudades o el correo neumático. Ésta última, se emplea, por ejemplo, para trasladar muestras entre el laboratorio y las dependencias donde están los pacientes, o en un hipermercado para realizar el traslado de dinero entre las cajas y el puesto de control.

En todo caso se trata de instalaciones sencillas en cuanto a funcionamiento, pero que ocupan espacio y genera servidumbres importantes por los amplios de radio de giro que requieren las tuberías que las componen.

Instalaciones específicas

Para hospitales, laboratorios, procesos industriales,... Son instalaciones realizadas ex profeso para un cliente y un fin concreto, por lo que suelen tener un coste elevado.

Un ejemplo: las torres de apoyo para atender a los pacientes en una UCI o el cabecero de la cama de un hospital, elementos ambos de reducidas dimensiones pero en los que hay que integrar diversas instalaciones: tomas de corriente, interruptores de alumbrado ambiente y de observación del paciente, tomas de datos, toma de tierra, gases medicinales (oxígeno, vacío,...), sistema de llamada a enfermeras,...

Diseño de instalaciones

La técnica constructiva contemporánea es absolutamente inadecuada a este mundo sometido al cambio constante²⁰.

El diseño de las instalaciones se refiere aquí a su adecuada puesta en obra y a su fácil posterior mantenimiento y no solo -obviamente- a su resultado estético.

La planta libre real en muchos proyectos arquitectónicos no reside solamente en el cambio más o menos complicado de tabiques, sino en que se acceda a todos los servicios que demandan los usuarios en cualquier ubicación. Por tanto, el límite de la flexibilidad real es el límite del uso de las prestaciones íntegras de las instalaciones en cualquier punto del edificio.

El diseño de diferentes instalaciones ha constituido tradicionalmente una excelente oportunidad para que los arquitectos participen en el diseño de objetos de distinta escala, desde lámparas a conductos de aire acondicionado integrados en la fachada., con ejemplos tan sobresalientes como el concepto de espacios servidos y servidores de Kahn, como el Instituto Salk, un concepto que genera por sí mismo magníficos edificios, fundamentales para entender el diseño contemporáneo de arquitectura e instalaciones; o del mismo modo que Wright hizo en el edificio Larkin en 1905, donde "la maquinaria de los diferentes sistemas de alimentación con sus canalizaciones, conductos de ventilación y calefacción, así como las escaleras, que sirven también de salida de emergencia, se distribuyen en el plano en cuatro partes, colocándose en los cuatro ángulos exteriores del edificio, pudiéndose utilizar así toda la superficie interior para puestos de trabajo"²¹.

²⁰ PARICIO, I. *Proyecto Casa Barcelona*, Construmat Barcelona, 2001, p.17.

²¹ BROOKS, B. *Wright*, Taschen, Köln, 2004, p.23.

Por otra parte, se puede señalar el interés de los aparcamientos subterráneos y la cubierta como los elementos arquitectónicos contemporáneos que muestran la interdisciplinariedad de las diferentes materias que forman la edificación, su orden interior, un reflejo de lo que ocurre dentro del edificio. Así, las antenas de televisión, parabólicas, de telefonía móvil, chimeneas colectivas, chimeneas individuales, las torres de refrigeración, las enfriadoras, los climatizadores, los extractores de las ventilaciones de garajes, las extracciones de los baños y aseos,... configuran y forman parte del paisaje urbano y de la imagen de la ciudad. ¿Hasta cuándo permanecerán al margen del diseño global sin integrarlos en un edificio que sin ellas no sería nada?

En ciertas tipologías, como los edificios en altura o con un gran volumen construido, la decisión sobre los tendidos de las instalaciones, el modo de plantear las centralizaciones principales y la elección del sistema para la evacuación de incendios, son los grandes configuradores de los edificios. Reflexionar sobre estas cuestiones genera diferentes tipologías, por ejemplo el Hong Kong & Shanghai Bank de Foster cuenta con una centralización por planta, el Pompidou parisino con dos, y el Banco Bilbao de Oíza o el Chase Manhattan Bank con cuatro, mientras que el edificio Richards de Kahn tiene una centralización por torre²².

También hay que pensar que cada tipología edificatoria requiere un esquema de pensamiento distinto. ¿Cómo se climatiza un edificio alto? ¿por qué los rascacielos no están coronados por una gran chimenea? ¿por qué estas técnicas de diseño no se llevan a otros edificios? Una vez más se puede establecer una similitud con el mundo del automóvil: del mismo modo que los avances de los Fórmula 1, llegan antes o después a los vehículos más sencillos, antes o después se implantarán en los edificios de viviendas los planteamientos y avances de control y gestión de energía reservados para los edificios más 'sofisticados'.

Han sido muchos los arquitectos que han analizado diversas referencias navales y aeronáuticas para aplicarlas en la arquitectura²³, aunque en algunos casos solo las trasladaron a sus proyectos en lo que tienen de operaciones formales y no de rigurosidad intelectual. Es sorprendente que en un barco de gran tonelaje, donde el espacio disponible está tan ajustado, las máquinas tengan el que necesitan en sus salas técnicas para facilitar el mantenimiento (sin ellas, la máquina-barco no funciona) y sin embargo en algunos proyectos de arquitectura, las instalaciones se tienen que ajustar a unos mínimos espacios, en planta y sección, que se diseñan de este modo sin saber bien el porqué.

El correcto diseño de instalaciones en la arquitectura debería situarse en un punto de equilibrio y compromiso entre las virtudes de estas sofisticadas máquinas (barcos, aeronaves,...), la coordinación entre la ocupación de espacios y el tendido de redes de las distintas instalaciones, y el resto de parámetros estéticos, funcionales y económicos que materializan la arquitectura. No tiene sentido, por tanto, hablar de instalaciones vistas o escondidas: cada arquitectura debe tener su correspondiente diseño de instalaciones. No se trata de realidades diversas que al sumarse forman un edificio, sino distintas caras de un mismo objeto.

Además, hay que recordar que todas las máquinas se estropean y tienen que ser sustituidas antes o después, la vida útil de las instalaciones es distinta de la de los edificios, por lo que es necesario pensar como se sustituirán las máquinas sin que eso suponga un trastorno en el interior del edificio y sin afectar a sus habitantes. La solución es fácil: prever el espacio necesario para las máquinas, su mantenimiento y reposición. Las máquinas necesitan espacio y las redes necesitan accesibilidad, afirmación ésta válida tanto en los edificios como a nivel urbano.

Para finalizar este apartado, algunas preguntas: ¿Cuándo se dispondrá en las cocinas de elementos tan versátiles en prestaciones como el sillón de un dentista con sus tomas de electricidad, agua y saneamiento? ¿Por qué no existen soluciones similares a los equipos de una peluquería para evacuar las aguas en el saneamiento residencial? ¿Cuánto van a tardar los usuarios en demandar las mismas comodidades y facilidad de uso y mantenimiento en sus coches y en sus viviendas? ¿Por qué el cableado de un automóvil se puede modificar en minutos y una vivienda necesita tal vez días y varios gremios trabajando para un simple cambio de tomas eléctricas?

²² Cf. ÁBALOS, I. y HERREROS, J. *Técnica y Arquitectura en la ciudad contemporánea*. Ed. Nerea, 1995.

²³ "Encontré que todos estos complejos de barcos eran las herramientas superiores de sus momentos históricos respectivos". FULLER, B. *El capitán etéreo y otros escritos. El camino crítico*. Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Murcia. 2003, p.199.

Confundir la vanguardia con la alta tecnología es un error. Más bien vanguardia es proponer la respuesta oportuna y adecuada al instante histórico²⁴.

Un posible futuro

No se puede invertir demasiado en futuribles con los datos actuales. En realidad solo el orden general del proyecto y la generosidad en la previsión de espacios son valores duraderos²⁵.

En 1783 se separó el oxígeno del hidrógeno en el agua, en 1874 Julio Verne profetizó el uso del hidrógeno como el “carbón del futuro” y en 1969 la pila de combustible formaba parte del Apollo XI. Con avances como estos las posibilidades futuras de las instalaciones en los edificios y en la ciudad solo dependen de la imaginación de los proyectistas.

Con los desarrollos de la tecnología actual es previsible que en un futuro cercano las instalaciones se diseñen de un modo muy distinto a como se hace en la actualidad ya que la tendencia natural de los sistemas complejos es tender a lo esencial, y, a la vez, a una mejora de prestaciones, por lo que es lógico pensar que muchas de las soluciones actualmente en uso (en España, en el año 2006), en un futuro no lejano quedarán completamente obsoletas.

A continuación se plantea una relación entre arquitectura e instalaciones, entre espacios servidos y servidores, distinta de la actual: ¿desaparecerán las conexiones eléctricas en favor de que cada aparato, luminaria o electrodoméstico tenga su propia pila de combustible? ¿Se reducirá la casa del futuro a un espacio vacío donde la regulación térmica venga del suelo, la luz sea de electro-iluminescencia mediante cristales líquidos, y el sonido y la imagen surgan de las paredes tal y como propone Philippe Starck?²⁶

Es evidente que el temor a los incendios, la inseguridad,... condicionarán los diseños de los cerramientos y de las estructuras aunque seguro que no en el modo en que ahora se plantean, debido a la aparición de nuevas tipologías edificatorias y la optimización de los materiales existentes y de los que conciba la ciencia.

En el futuro se seguirá necesitando agua para el consumo humano, que no representa en modo alguno un condicionante para la formalización de la arquitectura, pero ¿se necesitarán las tuberías de saneamiento de esas aguas? Con los planteamientos de Buckminster Fuller recogidos al inicio, no necesariamente. Sí habrá una generación de residuos a evacuar, pero no tal y como se realiza ahora ya que los valores de reciclaje de la basura aumentarán considerablemente. Aunque la opción de reciclar los residuos desde los edificios a los centros de reciclaje con la ayuda de los camiones de recogida de basura es adecuada hoy en día, mejor es la opción de minimizar o eliminar ese transporte que al fin y al cabo también supone un gasto energético. Esto lleva a que la mejor opción sea realizar el reciclaje en el mismo punto de generación del residuo, por lo que aparecerán máquinas adecuadas a tal fin en los locales habitados y tuberías de evacuación de estos residuos separados y preparados para su reciclaje directo. Este desarrollo conllevaría el tendido de tuberías de un cierto diámetro, con radios de curvatura amplios para facilitar el movimiento de los residuos.

El uso de las redes de voz y datos en España en el 2001, implicaba que quien tuviera que cambiar de ubicación su punto de conexión, tuviera que mover el equipo completo (CPU, monitor, teclado, ratón, impresora,...). Pero tan solo unos años después existen multitud de posibilidades para recibir y enviar información inalámbrica. Es un ejemplo de una red que ha desaparecido. Si se pretende cambiar la distribución de una vivienda o una oficina esta instalación que hasta hace relativamente poco era necesaria, ahora continua siéndolo pero no existe en términos constructivos.

Todos los aparatos que se utilizan a diario necesitan electricidad: luminarias, los diferentes electrodomésticos, ordenadores,... Pero piénsese en el tamaño y la durabilidad de los primeros teléfonos móviles y los diseños que ofrece hoy la industria. Si a esta evolución funcional y de diseño se suma la aplicación de nuevas tecnologías como las mini-pilas de hidrógeno ¿alguien se atreve a decir que no sería posible que cada aparato de uso cotidiano no salga directamente de fábrica con una pila en su interior con una durabilidad de años? El electrodoméstico (televisión, tostadora, impresora,...) llegaría a casa, se coloca, se pulsa un botón y funciona durante toda su vida útil sin la atadura de ningún cable (¿utopía lejana? ¿veinte años?). Es ésta otra instalación que puede

²⁴ STAGNO, B. *CIBARQ04*.

²⁵ FUMADÓ, J. L., PARICIO, I. *El tendido de las instalaciones*, Bisagra, Barcelona, 1999, p.25.

²⁶ Cf. STARCK, P. *Arquitectura y Diseño*, nº17, 2002.

desaparecer, un condicionante menos en la construcción de la arquitectura. El resultado: un espacio sin tomas de corriente, más sencillo, sin aparentes limitaciones pero con mayor complejidad técnica, que no abarca solo a los edificios, ya que en la medida en que los edificios disminuyen sus consumos de electricidad (los aparatos vienen 'alimentados' por años), el paisaje energético urbano también cambia. Las necesidades de consumo energético primario para alimentar las pilas estarán en las centrales de producción energética que podrán asociarse a los parques eólicos, de células fotovoltaicas, al aprovechamiento de las mareas o al movimiento de las olas. Hay incluso fabricantes que proponen la pila de hidrógeno para su aplicación en la producción de agua caliente y calefacción doméstica, en un proyecto denominado "caldera de cogeneración descentralizada"²⁷ en el que a través de la electrólisis del gas se genera electricidad y calor que se utiliza para calefactar y suministrar agua caliente en una vivienda.

La climatización en este apartado sobre un posible futuro se refiere a espacios menores como oficinas o viviendas, ya que los grandes volúmenes climatizados ocupados por personas seguirán necesitando de aportes de aire impulsado (esto es, volumen construido) para satisfacer las necesidades de calidad del aire impulsado. En los espacios referidos se plantean dos cuestiones:

- Aumento de los sistemas de recuperación de calor. Será obligatorio por ley: no es lógico que una sociedad preocupada por el reciclaje y la energía no ponga todos los medios normativos a su alcance para evitar que el calor producido y que pueda utilizarse en cualquier otro lugar o para otro fin se tire sin más a la atmósfera. Estas soluciones sí afectan a la arquitectura en la medida en que los sistemas de intercambio, recuperación o acumulación de energía requieren de volumen para su implantación, y condicionan las soluciones constructivas y la elección de las instalaciones de acondicionamiento.
- En el futuro también habrá más exigencias con los parámetros de calidad del aire de los edificios. La mejor calidad se obtiene de la ventilación natural, para lo cual lo mejor es introducir aire exterior con la recuperación de calor antes comentada, evitando servidumbres de las instalaciones de ventilación en el resto del edificio (en este sentido está desarrollada plenamente la tecnología de los filtros de carbono activo para las cocinas que no requieren llevar los conductos hasta cubierta).

Con estas soluciones han disminuido las puntas de consumo de calefacción y refrigeración, pero no se han solucionado todas las épocas del año. El suplemento energético restante se resuelve con un pequeño aparato (¿eléctrico con pila de hidrógeno? ¿termoelectricidad - efecto Peltier?) que haga el trabajo necesario para trasvasar el calor entre el medio ambiente y el espacio ocupado. Pero esta máquina ¿dónde se ubica? Se han eliminado las instalaciones del espacio habitado, acercándose a la planta libre real, por lo que es improbable que los clientes del futuro planteen la ubicación de las instalaciones de acondicionamiento higrotérmico en medio de estos espacios, por lo que solo quedan las fachadas. Ahí, en esa fachada con cierto espesor, es donde se alojarán los equipos de acondicionamiento junto con los sistemas de control solar.

Puede observarse como tras todas estas suposiciones (sin forzar demasiado la 'máquina de la imaginación' de lo posible), la ocupación de las instalaciones disminuye considerablemente. Resultado: plantas libres con aparatos más complejos y fachadas más sofisticadas.

En todo caso también será deseable, como medida complementaria, que los edificios produzcan su propia energía evitando el tendido de redes eléctricas a las centrales generadoras: no se necesitarían ya que cada edificio produce su propia energía. Estas hipótesis no son imaginaciones de un futuro lejano, sino que se están planteando en la actualidad, aunque no será hasta dentro de varias décadas cuando se vean como algo habitual. Dos proyectos de G. Batlle al respecto:

- Estadio de los New York Yankees para 150.000 asientos. Un edificio en el que se han integrado numerosos sistemas de generación de energía de fuentes renovables: Captadores solares que suministran el 100% del agua caliente en invierno; se recoge el agua pluvial (10 minutos de lluvia torrencial permite tener el agua no potable que se necesita en un año), y en la parte superior del estadio se plantean 34 ventiladores axiales (con un diámetro de 10 metros) que contribuyen al autoconsumo eléctrico del complejo.

²⁷ Cf. FRÜHAUF, M. *El Instalador* 400. pp.64 y ss. Un sistema de estas características se compondría de la caldera de cogeneración, de una caldera de apoyo (necesaria para abastecer los picos de demanda de calefacción) y un acumulador de agua.

- Propuesta para el *World Trade Center*. Un proyecto con más de 650 metros de altura, en el que se han turbinas eólicas en la parte superior del edificio (con un nivel de ruido de 55 dBA) producen la suficiente electricidad como para lograr una amortización de entre el 10 y el 15%.

Confío haber transmitido que este apartado no es más que un ejercicio teórico con el que abrir los ojos sobre las posibilidades de las instalaciones en la arquitectura. El futuro puede ser distinto, y si se pareciera en algún modo a lo aquí planteado, la arquitectura volvería a su ser original arropada por una gran complejidad: sería un refugio, un espacio vacío en el que poder realizar actividades sin otra limitación que los cerramientos exteriores y la estructura que sostiene el conjunto.

Todo se puede pensar siempre de otro modo y las instalaciones son una excusa para realizar nuevos planteamientos que permitan sacar del sopor a la arquitectura de inicios del siglo XXI.

No hacía frío dentro del coche acondicionado, pero había algo frígido en un mundo cubierto de nieve, incluso a través del cristal, que le molestó. Dijo, reflexionando:

- Algún día, cuando estemos en condiciones, hemos de climatizar el planeta Términus. Se podría hacer²⁸.

²⁸ ASIMOV, I. *Fundación*, Debolsillo, 2003, p.131.